

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 604 722 A2**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **93116743.1**

(51) Int. Cl.⁵: **G01D 5/34**

(22) Anmeldetag: **16.10.93**

(30) Priorität: **24.12.92 DE 4244178**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.07.94 Patentblatt 94/27

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI

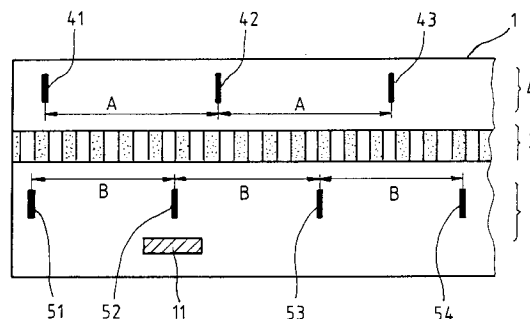
(71) Anmelder: **Dr. Johannes Heidenhain GmbH**
Dr.-Johannes-Heidenhain-Strasse 5
Postfach 1260
D-83292 Traunreut(DE)

(72) Erfinder: **Miller, Walter, Dr.**
Adalbert-Stifter-Strasse 19
D-83278 Traunstein(DE)

(54) **Längen- oder Winkelmesseinrichtung.**

(57) Die Erfindung betrifft eine Längen- oder Winkelmeßeinrichtung, bei der neben einer Inkrementalteilung (3) zwei weitere Teilungen (4, 5) mit Referenzmarken (41, 42, 43; 51, 52, 53, 54) vorgesehen sind. Um die Meßeinrichtung flexibel einsetzen zu können, ist ein Schaltmittel (10) vorgesehen, so daß wahlweise zwei Betriebsarten ermöglicht werden. Bei der einen Betriebsart werden die Abstände zwischen zwei Referenzmarken (41, 51; 42, 52; 43, 53) unter Einbeziehung der Inkrementalteilung (3) ermittelt, wobei jeder Referenzmarke (41, 42, 43; 51, 52, 53, 54) durch einen charakteristischen Abstand eine Absolutposition zugeordnet ist. Bei der zweiten Betriebsart ist den Referenzmarken (41, 42, 43; 51, 52, 53, 54) jeweils ein Auswahlmittel (11) zuordbar, wodurch diese ausgewählte Referenzmarke (52) zur Wirkung gebracht wird, so daß an dieser Stelle ein vorgegebener Wert für die Absolutposition gesetzt werden kann.

FIG. 2



EP 0 604 722 A2

Die Erfindung betrifft eine Längen- oder Winkelmeßeinrichtung mit wenigstens einer Inkrementalteilung, der mindestens zwei weitere Teilungen in Form von beabstandeten Referenzmarken zum Bestimmen von absoluten Positionen zugeordnet sind, wobei eine Abtasteinheit die Inkrementalteilung zur Erzeugung von Zählsignalen und die Referenzmarken zur Erzeugung von Referenzmarkenimpulsen abtastet.

Derartige Meßeinrichtungen werden insbesondere bei Bearbeitungsmaschinen zur Messung der Relativlage eines Werkzeuges bezüglich eines zu bearbeitenden Werkstücks sowie bei Koordinatenmeßmaschinen zur Ermittlung von Lage und Abmessungen von Prüfobjekten eingesetzt.

Die an den Referenzmarken erzeugten elektrischen Impulse können zum Reproduzieren von Referenzpositionen im Zähler, zum Anfahren einer bestimmten Position zu Beginn einer Messung, zur Kontrolle und Korrektur des Zählerstandes sowie zur Beaufschlagung einer nachgeschalteten Steuereinrichtung dienen.

Um bei inkrementalen Meßeinrichtungen die Absolutposition zu ermitteln, sind zwei Grundprinzipien bekannt:

Bei dem einen Prinzip ist parallel zur Inkrementalteilung eine Reihe von Referenzmarken in festgelegten Abständen angebracht. Jeder Referenzmarke, die beim Meßvorgang zur Wirkung gelangen soll, ist ein Schaltmittel zugeordnet. Die elektrischen Ausgänge des Schaltmittels und des Abtastelementes der Referenzmarken sind an eine Auswerteeinheit angeschlossen, die nur dann einen Steuerimpuls an den Zähler abgibt, wenn gleichzeitig am Abtastelement und am Schaltmittel ein elektrisches Signal anliegt. Der Steuerimpuls bewirkt, daß im Zähler ein vorbestimmter Zählerwert gesetzt wird. Derartige Meßeinrichtungen sind aus der DE 25 40 412 C3, DE 29 48 854 C2, DE 32 45 914 C1, DE 30 39 483 A1, DE 30 37 810 C2 sowie der EP 0 480 904 A2 bekannt.

Bei dem weiteren Prinzip ist ebenfalls parallel zur Inkrementalteilung eine Referenzmarkenspur angeordnet. Die Bestimmung der Absolutposition einer Referenzmarke erfolgt durch Zählen der Meßschritte (Inkremente) zwischen zwei Referenzmarken. Eine derartige Meßeinrichtung ist aus der DE 24 16 216 C bekannt. Der Maßstab weist eine inkrementale Teilungsspur und eine weitere parallel angeordnete Spur mit gleichen Referenzmarken auf.

Jede Referenzmarke hat von der nächstfolgenden einen besonderen, den Absolutwert ihres Abstandes von einer Nullposition kennzeichnenden Abstand. Diese unterschiedlichen Abstände zwischen benachbarten Referenzmarken werden durch die Abtastung der inkrementalen Teilung ermittelt.

Aus der EP 0 268 558 A2 ist eine ähnliche Meßeinrichtung bekannt. Parallel neben einer inkrementalen Teilungsspur ist eine erste Referenzmarkenspur mit gleichabständigen Referenzmarken sowie zumindest eine weitere Referenzmarkenspur mit ebenfalls aufeinanderfolgend gleichabständigen Referenzmarken vorgesehen. Die Abstände der Referenzmarken beider Spuren sind aber unterschiedlich. Die Bestimmung der Absolutposition einer Referenzmarke bezüglich einer Nullposition erfolgt durch Verwendung der inkrementalen Teilungsspur, indem die Abstände aufeinanderfolgender Referenzmarken verschiedener Referenzmarkenspuren erfaßt werden.

Bei der DE 40 21 010 A1 werden zur Bestimmung der Absolutposition ebenfalls die Inkremente zwischen Referenzmarken gezählt. Neben einer inkrementalen Teilungsspur ist eine erste Spur mit fortlaufend unterschiedlich beabstandeten Referenzmarken sowie eine zweite Spur mit abschnittsweise gleichbeabstandeten Referenzmarken vorgesehen.

In der EP 0 246 404 A2 ist eine Meßeinrichtung offenbart, bei der parallel zu einer inkrementalen Teilung mehrere identische Referenzmarken in unterschiedlichen Abständen angeordnet sind. Zur Bestimmung der Absolutposition einer Referenzmarke werden zwei aufeinanderfolgende Abstände zwischen den drei in Meßrichtung vorangehenden Referenzmarken ermittelt. Diese beiden Abstände werden ebenfalls durch die Abtastung der inkrementalen Teilung erfaßt. Die Referenzmarken mit unterschiedlichen Abständen können auch auf mehreren parallel angeordneten Referenzmarkenspuren vorgesehen sein.

Es wurde bereits versucht, eine Meßeinrichtung zu schaffen, bei der beide Prinzipien in einer Baueinheit vereinigt sind. Diese Meßeinrichtung ist in der DE 39 14 739 C2 beschrieben. Parallel zur Inkrementalspur ist eine Referenzmarkenspur angeordnet, deren Referenzmarken aufeinanderfolgend unterschiedliche Abstände aufweisen. Durch Auszählen der Inkremente von einer Referenzmarke zur nächsten wird deren absolute Position bestimmt. Eine weitere Spur weist eine Reihe von Markierungen auf, die in gleichen Abständen angeordnet sind. Zur Auswahl von Referenzmarken sind diese Markierungen bestimmten Referenzmarken zugeordnet. Aus diesen Markierungen kann wiederum eine ausgewählt werden, wodurch nur die ihr zugeordnete Referenzmarke zur Wirkung gebracht wird. Es ist ein Betriebsarten-Umschalter vorgesehen, mit dem die Auswertung aller Referenzmarken oder die Auswertung nur der markierten Referenzmarken ermöglicht wird.

Diese Anordnung hat den Nachteil, daß bei großen Meßlängen die Abstände der Referenzmarken relativ groß werden um über die gesamte Meß-

länge unterschiedliche Abstände zu erhalten. Bei sehr kleinen Meßlängen dagegen sind die Referenzmarken so eng nebeneinander angeordnet, daß eine Auswahl einer Referenzmarke mit einfachen Mitteln nicht möglich ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch Vereinheitlichung der Längen- oder Winkelmeßeinrichtung die Herstellungs- und Lagerkosten zu reduzieren und dem Anwender es zu ermöglichen, die Meßeinrichtung seinen Bedürfnissen anzupassen und somit die Einsatzmöglichkeiten der Meßeinrichtung zu erhöhen.

Diese Aufgabe wird durch die Meßeinrichtungen mit den Merkmalen der Ansprüche 1 und 7 gelöst.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung angegeben.

Die Vorteile der Erfindung liegen darin, daß die Meßeinrichtung bereits alle Informationen für die unterschiedlichen Referenzmarken-Auswertungsarten beinhaltet, und daß durch die Betriebsartenumschaltung jederzeit die Art der Auswertung bestimmt werden kann.

Mit Hilfe von Ausführungsbeispielen wird die Erfindung nachstehend anhand der Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigt

- Figur 1 eine lichtelektrische inkrementale Längenmeßeinrichtung;
- Figur 2 eine Anordnung der Inkrementalteilung und der Referenzmarken im Detail;
- Figur 3 eine weitere Anordnung von Referenzmarken und
- Figur 4 ein Prinzip einer Auswertevorrichtung für die Längenmeßeinrichtung gemäß Figur 1.

Die Figur 1 zeigt eine lichtelektrische inkrementale Längenmeßeinrichtung mit einem Maßstab 1 der relativ zu einer Abtasteinheit 2 in Meßrichtung X verschiebbar ist. Auf dem Maßstab 1 sind eine Inkrementalteilung 3, eine erste Teilung 4 mit Referenzmarken 41, 42, 43 und eine zweite Teilung 5 mit Referenzmarken 51, 52, 53, 54 aufgebracht. Zur lichtelektrischen Abtastung der Teilungen 3, 4 und 5 ist die feststehende Abtasteinheit 2 vorgesehen. Diese umfaßt eine Lichtquelle 6, deren Licht von einem Kollimator 7 gebündelt und auf die Teilungen 3, 4 und 5 gerichtet wird. Das Licht fällt durch die transparenten Bereiche der Teilungen 3, 4 und 5 sowie durch eine Abtastplatte 8 auf photoelektrische Empfänger 9.

Wie in Figur 2 im Detail dargestellt ist, weist die Inkrementalteilung 3 gleichbreite Striche und Lücken auf. Bei der lichtelektrischen Abtastung werden periodische analoge elektrische Signale erzeugt, aus denen in bekannter Weise durch Triggerrung zählbare Rechtecksignale gebildet werden,

die nachfolgend als Zählsignale bezeichnet werden. Die parallel zur Inkrementalteilung 3 verlaufende erste Teilung 4 besteht aus hintereinander in gleichen Abständen A angeordneten Referenzmarken 41, 42, 43. Die ebenfalls parallel zur Inkrementalteilung 3 verlaufende zweite Teilung 5 besteht aus hintereinander in gleichen Abständen B angeordneten Referenzmarken 51, 52, 53, 54. Die Abstände A und B unterscheiden sich um eine ganze Anzahl von Inkrementen der Inkrementalteilung 3.

Jede der Referenzmarken 41, 42, 43 und 51, 52, 53, 54 besteht aus einer Kombination von Teilstrichen, die sich über mehrere Inkremente der Inkrementalteilung 3 erstreckt. Wenn eine derartige Referenzmarke 41, 42, 43; 51, 52, 53, 54 unter einer ihr zugeordneten Öffnung der Abtastplatte 8 durchläuft, erzeugt der zugeordnete Empfänger 9 einen, auf einen inkrementellen Zählimpuls zentrierten Referenzmarkenimpuls.

In Figur 1 sind die Teilungen 4, 5 in Spuren angeordnet, die auf einer Seite der Inkrementalteilung 3 liegen. In den Beispielen nach Figur 2 und 3 ist jeweils eine Spur der Teilungen 4, 5 auf der einen Seite und die andere Spur auf der anderen Seite der Inkrementalteilung 3 angeordnet.

Durch die unterschiedlichen Abstände A und B ergeben sich unterschiedliche Abstände zwischen einer Referenzmarke 41, 42, 43 der einen Teilung 4 und einer Referenzmarke 51, 52, 53, 54 der anderen Teilung 5. Aus diesen unterschiedlichen Abständen werden die Absolutpositionen der Referenzmarken 41, 42, 43; 51, 52, 53, 54 bestimmt. Wie in Figur 4 schematisch dargestellt ist, werden hierzu die Zählsignale der Inkrementalteilung 3 sowie die Referenzmarkenimpulse der Teilungen 4 und 5 einer Auswerteeinheit mit einem Speicher zugeführt. In diesem Speicher ist den unterschiedlichen Abständen der Referenzmarken 41-51, 42-52, 43-53 jeweils ein Absolutwert zugeordnet. Bezüglich der Auswertung wird auch auf die EP 0 268 558 verwiesen, womit sich weitere Ausführungen erübrigen.

Erfindungsgemäß ist ein Schaltmittel 10 vorgesehen, mit dem zwischen der oben beschriebenen Betriebsart und der nachfolgend aufgeführten Betriebsart gewählt werden kann. Dieses Schaltmittel 10 ist vorzugsweise am Positionsanzeigegerät oder am Steuergerät angebracht. Der Anwender kann somit die Längenmeßeinrichtung seinen Bedürfnissen anpassen und flexibel einsetzen. Das Schaltmittel kann aber auch am Meßgerät selbst, beispielsweise an der Abtasteinheit 2 angeordnet sein.

Bei dieser zweiten Betriebsart wird ebenfalls die Inkrementalteilung 3 zur Erzeugung von Zählsignalen abgetastet. Gleichzeitig werden die Referenzmarken 51, 52, 53, 54 der Teilung 5 abgetastet. Einer dieser Referenzmarken 52 ist ein Auswahlmittel 11 zugeordnet, wodurch diese Referenz-

marke 52 beim Überfahren von der Abtasteinheit 2 aus der Reihe von Referenzmarken 51, 52, 53, 54 auswählbar ist und somit zur Wirkung gebracht wird. Beim Erkennen dieser ausgewählten Referenzmarke 52 wird der Zählerstand des Positionsanzeigergerätes auf einen vorbestimmten Wert gesetzt. Wie in Figur 4 schematisch dargestellt, ist hierzu ein Speicher vorgesehen, in dem diese, der Referenzmarke 52 zugeordnete Absolutposition abgespeichert ist.

Mit dem Auswahlmittel 11 können somit aus der bereits bei der Teilungsherstellung in zueinander festgelegten Abständen angebrachten Reihe von Referenzmarken 51, 52, 53, 54 jeweils die beim Meßvorgang benötigten Referenzmarken 52 ausgewählt und zur Wirkung gebracht werden. Als Auswahlmittel 11 kann gemäß der DE 25 40 412 C3 ein Magnet verwendet werden, der beim Vorbeibewegen der Abtasteinheit 2 einen darauf angebrachten Reed-Schalter ansteuert, dessen elektrischer Ausgang zusammen mit dem Referenzmarkenimpuls an eine Auswerteeinheit gelegt ist, die so organisiert ist, daß an ihrem Ausgang nur dann ein Steuerimpuls abgegeben wird, wenn gleichzeitig am Ausgang des Reed-Schalters ein Signal sowie der Referenzmarkenimpuls anliegt.

Die Zuordnung und Auswertung der Auswahlmittel kann auch gemäß der DE 29 48 854 C2, der DE 32 45 914 C1, der DE 30 37 810 C2 sowie der EP 0 480 904 A2 erfolgen.

Die Verwendung von zwei Teilungen 4, 5 hat den Vorteil, daß die Referenzmarken 41, 51; 42, 52; 43, 53 deren Abstand ermittelt wird, sehr dicht angeordnet werden können und daß trotzdem genug Raum beidseitig einer Referenzmarke 52 zur Verfügung steht, um das Auswahlmittel 11 dieser Referenzmarke 52 eindeutig zuzuordnen.

Es ist auch möglich, den Referenzmarken 41, 42, 43 der Teilung 4 oder den Referenzmarken 41, 42, 43, 51, 52, 53, 54 beider Teilungen 4, 5 Auswahlmittel 11 zuzuordnen. Weiterhin können auch noch weitere Teilungen mit gleichbeabstandeten Referenzmarken vorgesehen sein.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist in Figur 3 dargestellt. Die Teilung 5 besitzt Referenzmarken 55, 56, 57, 58 mit zueinander gleichen Abständen B über die gesamte Meßlänge. Die weitere Teilung 4 weist Referenzmarken 44, 45, 46, 47 auf, deren Abstände A1, A2, A3 zueinander unterschiedlich sind. Zur Bestimmung der Absolutposition werden die Abstände zwischen den Referenzmarken 44 und 55, 45 und 56, 46 und 57 sowie 47 und 58 beider Teilungen 4, 5 ermittelt. Hierzu werden beispielsweise die Inkremente zwischen der Referenzmarke 45 und 56 gezählt. Es ist auch möglich, daß zur eindeutigen Zuordnung einer Absolutposition mehrere Abstände Verwendung finden.

Damit die erfindungsgemäße Umschaltung zwischen den beiden Betriebsarten möglich ist, sind der Teilung 5 Auswahlmittel 11 zuordbar, auf dessen Veranlassung wenigstens eine die Absolutposition bestimmende Referenzmarke 58 auswählbar ist und somit zur Wirkung gebracht wird.

Die Maßverkörperung 1 mit der Anordnung der Referenzmarken 44, 45, 46, 47; 55, 56, 57, 58 nach Figur 3 hat weiterhin den Vorteil, daß bei Bedarf die Teilung 4 nur bei der Betriebsart a) und die Teilung 5 ausschließlich bei der Betriebsart b) Verwendung findet. Das bedeutet, daß die Referenzmarken 44, 45, 46, 47 bei der einen Betriebsart a) wie in der DE 24 16 212 C oder der EP 0 246 404 A2 ausgewertet werden und die Referenzmarken 55, 56, 57, 58 bei der Betriebsart b) wie in der DE 25 40 412 C3 ausgewertet werden. Die Referenzmarken 44, 45, 46, 47 der Teilung 4 können unabhängig von den Referenzmarken 55, 56, 57, 58 der Teilung 5 angeordnet und ausgewertet werden.

Die Erfindung kann auch bei Winkelmeßeinrichtungen erfolgreich eingesetzt werden. Sie ist darüberhinaus nicht auf das lichtelektrische Abtastprinzip beschränkt.

Patentansprüche

1. Längen- oder Winkelmeßeinrichtung mit wenigstens einer Inkrementalteiling (3), der mindestens zwei weitere Teilungen (4, 5) in Form von beabstandeten Referenzmarken (41 bis 47, 51 bis 58) zum Bestimmen von absoluten Positionen zugeordnet sind, von denen wenigstens eine Teilung (5) Referenzmarken (51 bis 58) mit zueinander gleichen Abständen (B) aufweist, mit einer Abtasteinheit (2), die die Inkrementalteiling (2) zur Bildung von Zählsignalen und die Referenzmarken (41 bis 47, 51 bis 58) zur Bildung von Referenzmarkenimpulsen abtastet, und die Zählsignale sowie die Referenzmarkenimpulse einem Positionsanzeigergerät und/oder einem Steuergerät zugeführt werden, weiterhin mit einem Schaltmittel (10), mit dem wahlweise folgende Betriebsarten auswählbar sind:

a) Abtasten der Inkrementalteiling (3) und gleichzeitig mindestens einer der Referenzmarkenteilungen (4, 5), wobei für die Absolutposition charakteristische Abstände (A, B) zwischen Referenzmarken (41 bis 47, 51 bis 58) aus den Zählsignalen ermittelt werden oder

b) Abtasten der Inkrementalteiling (3) und gleichzeitig der Teilung (5) mit den in gleichen Abständen (B) angeordneten Referenzmarken (51 bis 58), denen wenigstens ein Auswahlmittel (11) zuordbar ist, auf dessen Veranlassung wenigstens eine die Ab-

solutposition bestimmende Referenzmarke (52, 58) auswählbar ist und somit zur Wirkung gebracht werden kann.

2. Längen- oder Winkelmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Schaltmittel (10) zum Wählen der Betriebsart am Positionsanzeigergerät oder am Steuergerät vorgesehen ist.

5

3. Längen- oder Winkelmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Teilungen (4, 5) mit jeweils gleichabständigen Referenzmarken (41 bis 43, 51 bis 54) vorgesehen sind, wobei sich die Abstände (A) der Referenzmarken (41 bis 43) der einen Teilung (4) um zumindest eine Teilungseinheit der Inkrementalteilung (3) von den Abständen (B) der Referenzmarken (51 bis 54) der weiteren Teilung (5) unterscheiden und die die Absolutposition bestimmenden Abstände jeweils zwischen den Referenzmarken (41 bis 43, 51 bis 54) einer Teilung (4) sowie der weiteren Teilung (5) durch Zählsignale der Inkrementalteilung (3) bestimmbar sind.

10

15

20

25

4. Längen- oder Winkelmeßeinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß den Referenzmarken mehrerer Teilungen Auswahlmittel zuordbar sind.

30

5. Längen- oder Winkelmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Teilung (5) Referenzmarken (55 bis 58) mit zueinander gleichen Abständen (B) besitzt, während wenigstens die andere Teilung (4) Referenzmarken (44 bis 47) aufweist, deren Abstand (A) zueinander unterschiedlich ist, wobei die wenigstens zwei Teilungen (4, 5) von Referenzmarken (44 bis 47, 55 bis 58) zur Bestimmung von Absolutpositionen wirkungsmäßig verknüpft sind, indem die die Absolutposition bestimmenden Abstände zwischen Referenzmarken (44 bis 47, 55 bis 58) mehrerer Teilungen (4, 5) durch Zählsignale der Inkrementalteilung (3) ermittelt werden.

35

40

45

6. Längen- oder Winkelmeßeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Teilung (5) Referenzmarken (55 bis 58) aufweist, die über die gesamte Meßlänge in zueinander gleichen Abständen (B) angeordnet sind, während wenigstens die andere Teilung (4) Referenzmarken (44 bis 47) aufweist, deren Abstände (A) zueinander unterschiedlich sind, wobei diese andere Teilung (4) zur Bestimmung von Absolutpositionen dient, indem die die Absolutpositionen bestimmenden Ab-

50

55

stände (A) der Referenzmarken (44 bis 47) dieser Teilung (4) durch Zählsignale der Inkrementalteilung (3) ermittelt werden.

7. Längen- oder Winkelmeßeinrichtung mit wenigstens einer Inkrementalteilung (3), der mindestens zwei weitere Teilungen (4, 5) in Form von beabstandeten Referenzmarken (44 bis 47, 55 bis 58) zum Bestimmen von absoluten Positionen zugeordnet sind, wobei wenigstens eine Teilung (5) Referenzmarken (55 bis 58) aufweist, die über die gesamte Meßlänge in zueinander gleichen Abständen (B) angeordnet sind, während wenigstens die andere Teilung (4) Referenzmarken (44 bis 47) aufweist, deren Abstände (A) zueinander unterschiedlich sind, wobei die wenigstens zwei Teilungen (4, 5) von Referenzmarken (44 bis 47, 55 bis 58) zur Bestimmung von Absolutpositionen wirkungsmäßig miteinander verknüpft sind, indem die die Absolutposition bestimmenden Abstände zwischen Referenzmarken (44 bis 47, 55 bis 58) mehrerer Teilungen (4, 5) durch Zählsignale der Inkrementalteilung (3) ermittelt werden.

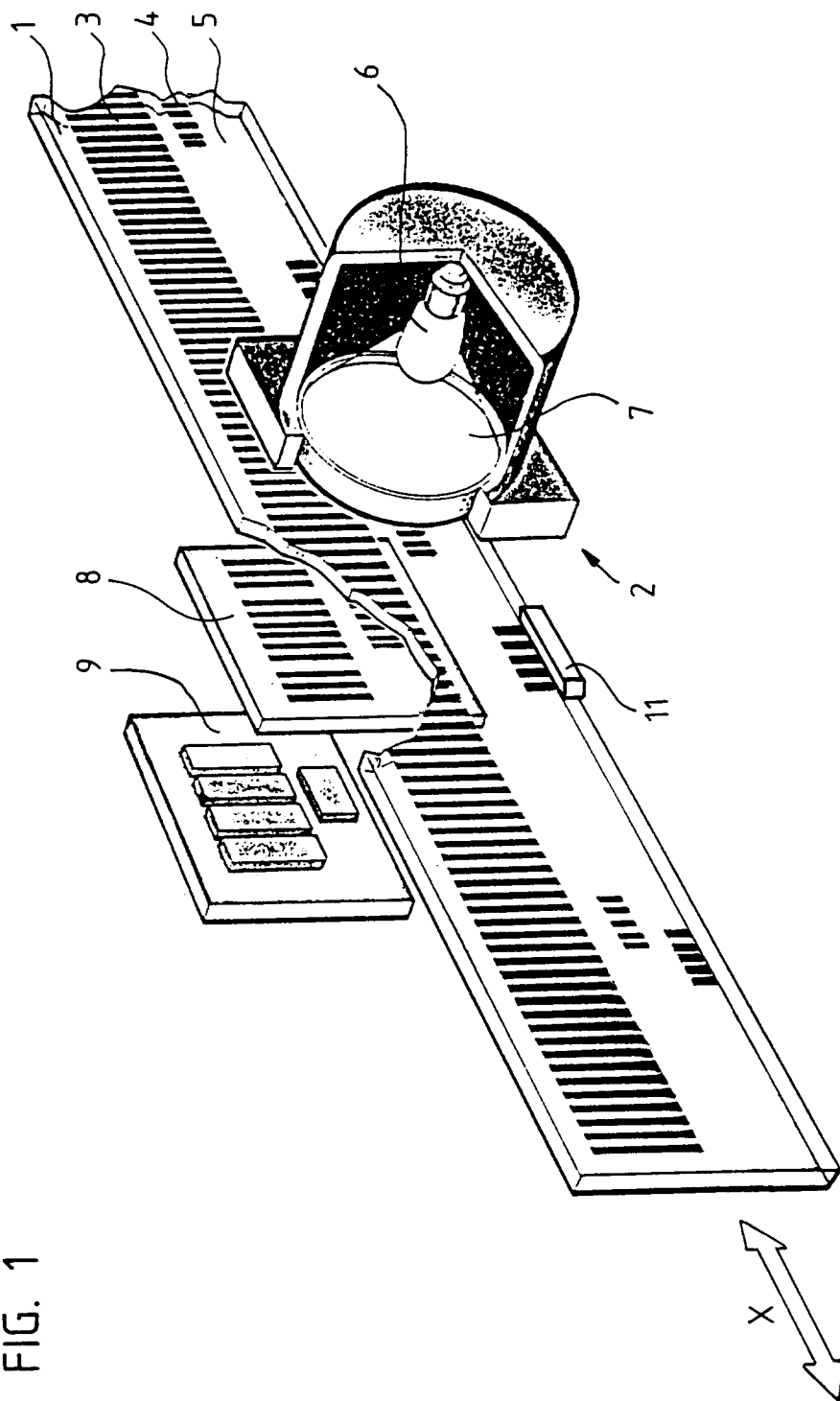


FIG. 1

FIG. 2

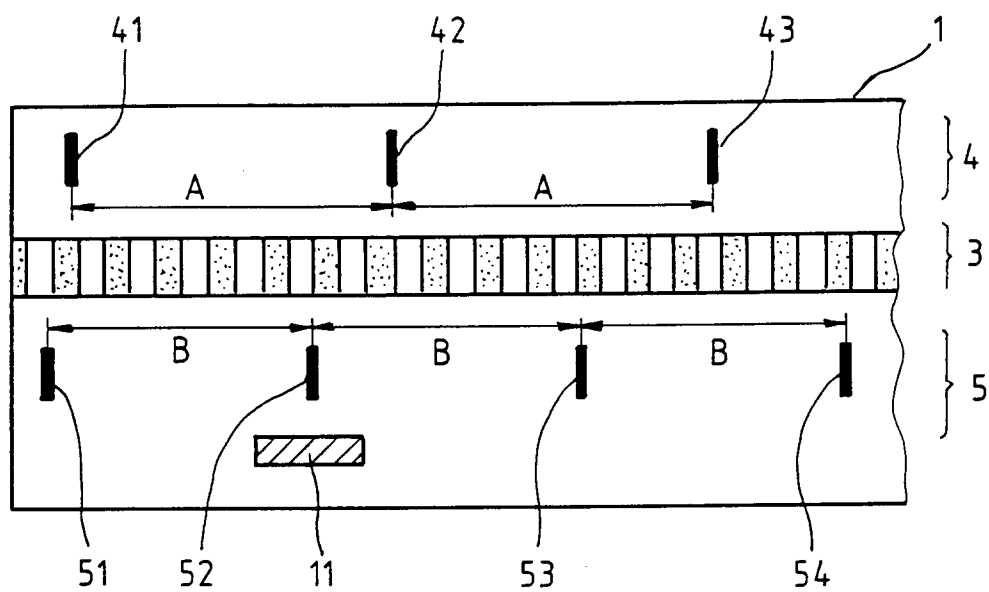


FIG. 3

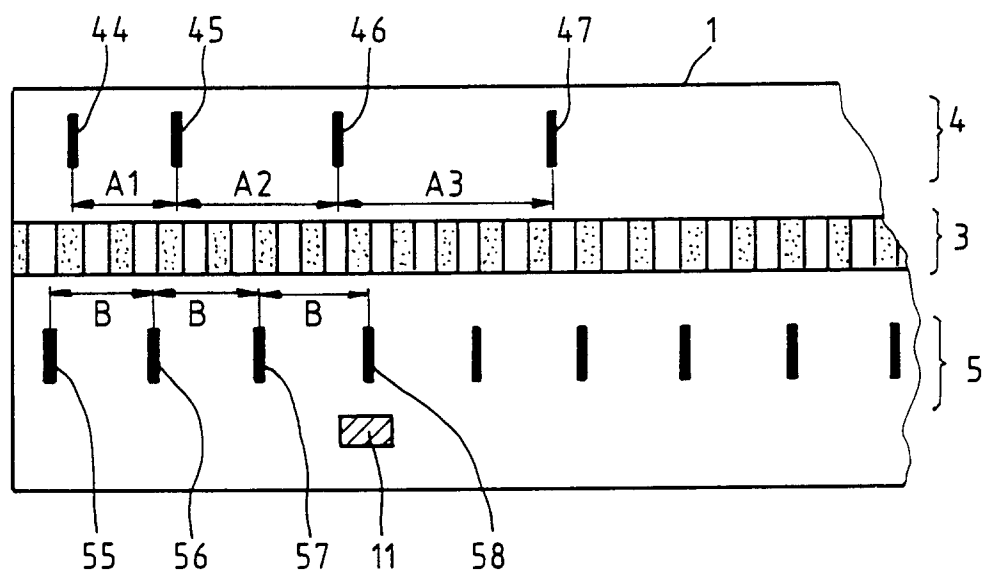


FIG. 4

